

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-183201

(43)Date of publication of application : 21.07.1995

(51)Int.Cl.

H01L 21/027  
G03F 7/20

(21)Application number : 05-345162

(71)Applicant : NEC CORP

(22)Date of filing : 21.12.1993

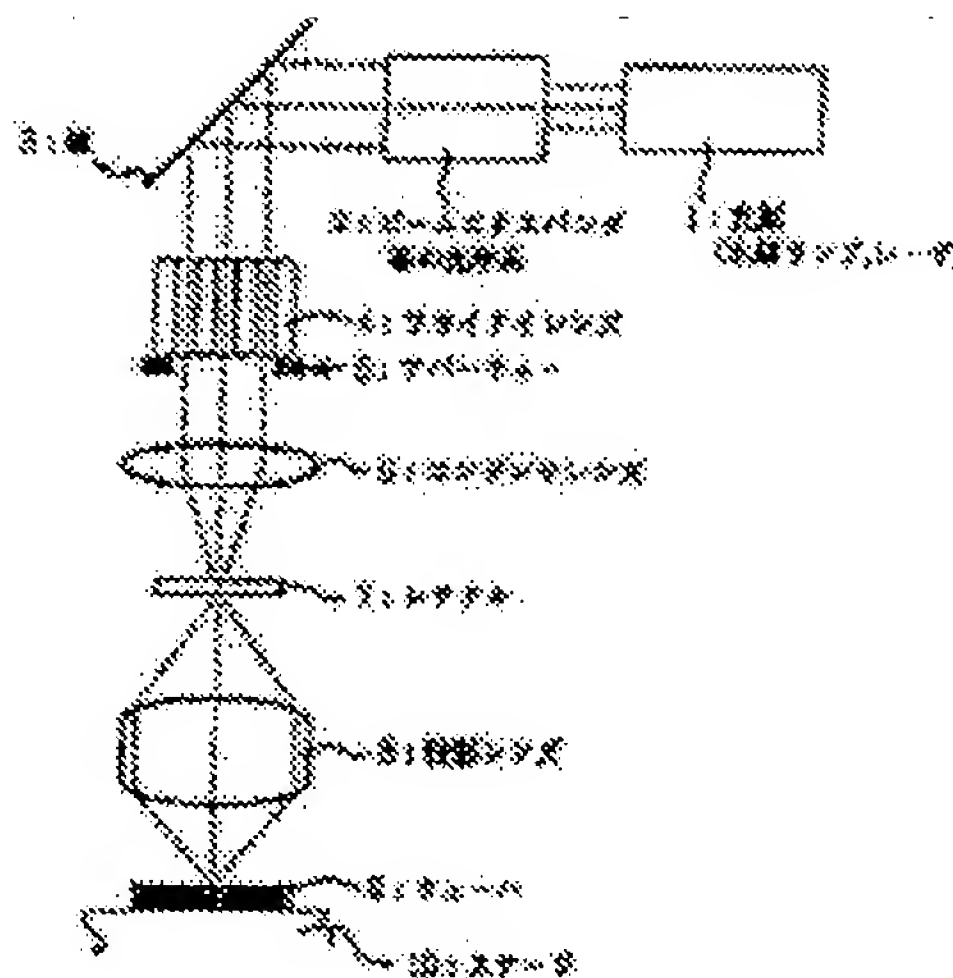
(72)Inventor : KASAMA KUNIIHIKO

## (54) EXPOSURE DEVICE AND METHOD THEREFOR

### (57)Abstract:

**PURPOSE:** To increase the resolving power and the focal depth near the marginal resolution by a method wherein the illumination component by TE polarization waves in the parallel direction with a pattern surface is increased by obliquely illuminating with linearly polarized light.

**CONSTITUTION:** The beam emitted from a light source 1, after passing through an optical system 2, e.g. a beam expander, etc., to be reflected by a mirror 2, are made an even parallel beam by passing through a flyeye lens 4. At this time, an aperture 5 is arranged beneath the flyeye lens 4. The parallel beam passing through the aperture part of the aperture 5 and a condenser lens 1 obliquely illuminates a reticle 7, and a wafer 9 after passing through a projection lens 8. At this time, polarizers arranged on respective aperture parts of the applicable aperture 5 opposite to one another and apart by 180° are set up to make the polarizing direction parallel with each other. Through these procedures, the resolving power and the focal depth near the marginal resolution can be increased.



|                            |       |         |                |         |
|----------------------------|-------|---------|----------------|---------|
| (51) Int.Cl. <sup>6</sup>  | 識別記号  | 庁内整理番号  | F I            | 技術表示箇所  |
| H 0 1 L 21/027             |       |         |                |         |
| G 0 3 F 7/20               | 5 2 1 | 7352-4M | H 0 1 L 21/ 30 | 5 1 5 D |
|                            |       | 7352-4M |                | 5 2 7   |
| 審査請求 有 請求項の数11 F D (全 6 頁) |       |         |                |         |

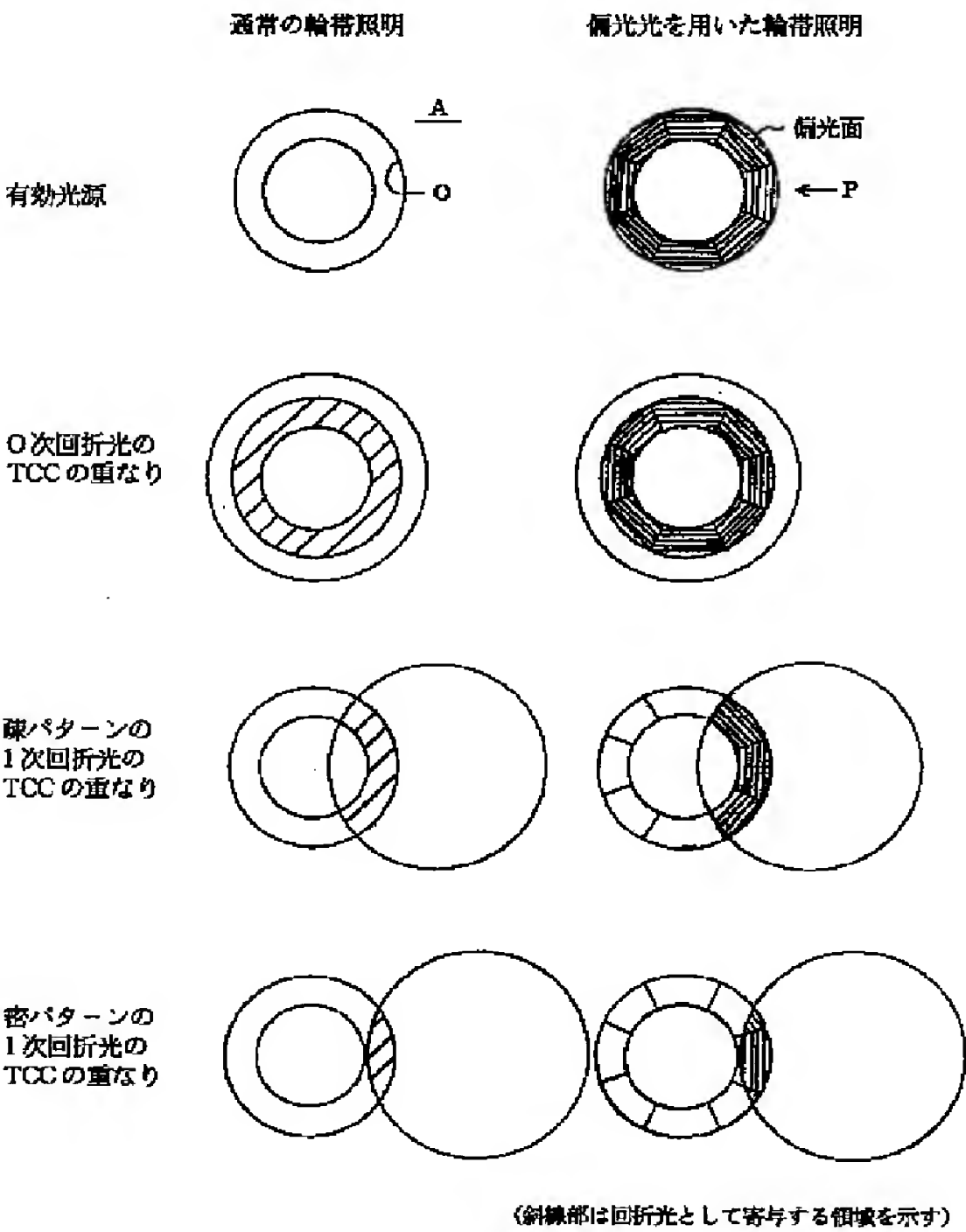
|           |                           |          |  |
|-----------|---------------------------|----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願平5-345162               | (71) 出願人 | 000004237<br>日本電気株式会社<br>東京都港区芝五丁目7番1号 |
| (22) 出願日  | 平成 5 年 ( 1993 ) 12 月 21 日 | (72) 発明者 | 笠間 邦彦<br>東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気株式会社内       |
|           |                           | (74) 代理人 | 弁理士 桑井 清一                              |

(54) 【発明の名称】 露光装置および露光方法

(57) 【要約】

【目的】 光リソグラフィ技術において、通常照明方法および斜入射照明方法よりも解像力、焦点深度をさらに向上させる露光方法および露光装置を提供する。

【構成】 斜入射露光を、ウェーハ面およびパターン方向に平行な直線偏光を用いて行う。輪帯照明、4点照明等のアパーチャ開口部の対向する部分に、TE偏光波を出すように偏光子を挿入する。または、初めから偏光した光を発振するレーザ光を分割し、斜入射照明用に配置し、偏光を揃えても良い。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源からの光線がレチクルに対して斜めに入射される斜め入射手段を有する露光装置にあって、上記光線を直線偏光光とする偏光子を備えたことを特徴とする露光装置。

【請求項2】 基板を搭載するステージと、この基板に対して入射する光線を照射する光源と、光源とステージとの間に配設されたレチクルと、レチクルと光源との間に配設されたフライアイレンズと、フライアイレンズとレチクルとの間に配設され、光源からの光線をレチクルに対して斜めに入射する斜め入射部材とを備えた露光装置にあって、上記斜め入射部材からのレチクルに斜め入射する光線を直線偏光光とする偏光子を有することを特徴とする露光装置。

【請求項3】 上記偏光子は、その直線偏光光の偏光面を基板面に対して平行とする請求項2に記載の露光装置。

【請求項4】 上記斜め入射部材は、上記フライアイレンズとレチクルとの間に設けられたアパーチャーを有し、このアパーチャーは光軸に対して垂直な面で環状に配設された開口を備え、この開口には上記偏光子が配された請求項1、2または3のいずれか1項に記載の露光装置。

【請求項5】 上記アパーチャーは輪帯状に配された開口を有する請求項4に記載の露光装置。

【請求項6】 上記レチクルとステージとの間にはレチクルを透過した光線を基板表面に投影する投影レンズを設けた請求項1、2、3、4または5のいずれか1項に記載の露光装置。

【請求項7】 上記光源は偏光光を照射するレーザを含む請求項1、2、3、4、5または6のいずれか1項に記載の露光装置。

【請求項8】 光線を被転写体に照射して被転写体のパターンを転写体に転写する露光方法において、直線偏光光を被転写体に対して斜め入射することを特徴とする露光方法。

【請求項9】 上記直線偏光光は、その偏光面を、転写体のパターンが転写される面に対して平行にした請求項8に記載の露光方法。

【請求項10】 上記直線偏光光は、複数の光源領域方向から被転写体に入射される請求項9に記載の露光方法。

【請求項11】 上記複数の光源領域方向からの直線偏光光は、対向する光源領域方向からの直線偏光光の偏光方向が平行である請求項10に記載の露光方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体装置、電子回路等のフォトリソグラフ工程等に用いられる露光装置およ

び露光方法に関し、特に斜め入射露光技術の改良に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、LSIの高集積化に伴い、微細パターンの実現に対する要求が高まっている。従来、この微細パターン形成技術（リソグラフ技術）の主力は、水銀ランプのg線（436nm）またはi線（365nm）を用いる露光装置であり、また、ステッパとノボラック系レジストとを組み合わせた紫外線露光技術である。そして、ステッパの性能向上（レンズの高NA化、重ね合わせ精度の改善など）と合わせ、ノボラック系レジストの高解像度化が図られてきた。その結果、0.35～0.40 $\mu$ m程度の幅のパターンの微細加工が可能となりつつある。

【0003】しかしながら、さらに高解像性を目指した場合、従来手法の延長では対処できないことが次第に明らかとなってきている。そのため、さらなる短波長化（例えば、KrFエキシマレーザ光（249nm）または250nm付近の水銀アークランプ光など）、各種超解像手法（位相シフトマスク、斜入射照明および瞳フィルタ）が提案され、検討がなされている。この中でも短波長化は最も普遍的な手法である。また、斜入射照明については、図5に示す投影露光装置を用いて以下説明する。

【0004】図5に示すように、この投影露光装置では、光源1から射出された光線は、ビームエキスパンダ等の光学系2を透過し、鏡3で反射され、フライアイレンズ4で均一な平行光線となる。この平行光線は、アパーチャー5の円形の開口部を通過する。この通過した光は、コンデンサレンズ6を経てレチクル7に照射され、さらに、投影レンズ8を透過してウェーハ9に照射される。

【0005】この投影露光装置を用いてレチクル7に対して斜めに照明する輪帯照明を用いた斜入射露光方法は、D. L. Fehrs他2名による、「Proceeding of KTI Microelectronics seminar（1989年）」の第217頁に述べられている。また、この方法は、K. Tounai他3名によって、「SPIE Vol. 1674 Optical/Laser Microlithography V（1992年）」の第753頁に、M. Noguchi他数名により同文献の第92頁に、または、N. Shiraiishi他数名により同文献の第741頁に開示されている。

【0006】この斜入射露光方法は、円形の開口部を有する上記アパーチャー5（図5）の代わりに、図6（a）～（e）に示したアパーチャーを用いるものである。すなわち、2点照明のアパーチャー10、4点照明のアパーチャー11、輪帯照明のアパーチャー12、8点照明のアパーチャー13、または、4点（矩形）照明



のアパーチャー14を、フライアイレンズ4の直下に配置したものである。この方法は、これらの開口部を通過した輪帯状光線によって、レチクル7に対して垂直に入射する0次光成分を消去して、斜め0次光成分の光線だけで、レチクル7を照明する手法である。この輪帯状光線によると、0次光成分と、+1次光成分、または、-1次光成分との間の回折角度を大きくとれる。このため、結像面角度が従来に比較して大きくなり、解像力が向上する。また、結像面でのコントラストが増大し、焦点深度が向上する。

【0007】さらに、露光時の偏光光を利用する技術が、特開昭61-218132号公報に開示されている。この技術は、被転写体（レチクル）と転写体（ウェーハ）との間に位置する結像光学系内の多重反射効果を防止している。これは、直線偏光板と位相偏光板（ $1/4$ 波長板）とからなる円偏光発生部を結像光学系内に設置するものである。

【0008】また、特開平1-260452号公報に開示された技術は、レチクルパターン面の反対側に偏光膜を設置し、さらに、金属レチクルパターン面を上にして露光することにより、ウェーハ面上またはレチクル内部の散乱光および回折光を抑制している。

【0009】さらに、偏光光を用いて露光を行う場合、TE偏光波（ウェーハ面に平行な波）がパターン面に平行に入射すると解像度が増大する一方、TM偏光波（入射方向とTE偏光波に対して垂直方向の偏光波）が入射すると、非偏光の場合よりも解像度が低下することが、シュミレーションにより予想されている。例えば、Y. Unno他数名によって、「Proceeding of SPIE, 1927（1993年）」の第879頁に開示されている。これは、図7に示すように、TE偏光波の場合、0次回折光の電場と±1次回折光の電場とが、紙面に垂直方向において一致している。このため、コントラストが向上する。これに対し、TM偏光波は0次回折光と±1次回折光との各電場が互いに傾いているため、逆にコントラストが劣化するからである。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】上述した斜入射露光は、解像力、焦点深度の向上に確かに有効であり、その露光装置への適用も、アパーチャーを変更するのみであり、容易である。しかしながら、その向上量は比較的小さく、デバイス設計ルール縮小よりも、プロセスマージンの拡大を念頭に検討されるのが実態である。

【0011】また、偏光光を利用した上記技術は、本来、高解像性を追求するものではなく、露光光学系の多重干渉、散乱、回折による光学像の劣化を防止するものであり、大幅な高解像性は望めない。

【0012】さらに、上記偏光光露光のシミュレーションは、TE偏光波の有効性を示しているものの、実際には、どのように実デバイス製造に適用するのかを明確に

示しているものではない。

【0013】そこで、本発明の目的は、解像力および焦点深度が向上する露光装置および露光方法を提供することにある。

【0014】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載した発明は、光源からの光線がレチクルに対して斜めに入射される斜め入射手段を有する露光装置にあって、上記光線を直線偏光光とする偏光子を備えた露光装置である。

【0015】請求項2に記載した発明は、基板を搭載するステージと、この基板に対して入射する光線を照射する光源と、光源とステージとの間に配設されたレチクルと、レチクルと光源との間に配設されたフライアイレンズと、フライアイレンズとレチクルとの間に配設され、光源からの光線をレチクルに対して斜めに入射する斜め入射部材とを備えた露光装置にあって、上記斜め入射部材からのレチクルに斜め入射する光線を直線偏光光とする偏光子を有する露光装置である。

【0016】請求項3に記載の発明は、上記偏光子は、その直線偏光光の偏光面を基板面に対して平行とする請求項2に記載の露光装置である。

【0017】請求項4に記載した発明は、上記斜め入射部材は、上記フライアイレンズとレチクルとの間に設けられたアパーチャーを有し、このアパーチャーは光軸に対して垂直な面で環状に配設された開口を備え、この開口には上記偏光子が配された請求項1、2または3のいずれか1項に記載の露光装置である。

【0018】請求項5に記載の発明は、上記アパーチャーは輪帯状に配された開口を有する請求項4に記載の露光装置である。

【0019】請求項6に記載した発明は、上記レチクルとステージとの間にはレチクルを透過した光線を基板表面に投影する投影レンズを設けた請求項1、2、3、4または5のいずれか1項に記載の露光装置である。

【0020】請求項7に記載した発明は、上記光源は偏光光を照射するレーザを含む請求項1、2、3、4、5または6のいずれか1項に記載の露光装置である。

【0021】請求項8に記載した発明は、光線を被転写体に照射して被転写体のパターンを転写体に転写する露光方法において、直線偏光光を被転写体に対して斜め入射する露光方法である。

【0022】請求項9に記載の発明は、上記直線偏光光は、その偏光面を、転写体のパターンが転写される面に対して平行にした請求項8に記載の露光方法である。

【0023】請求項10に記載した発明は、上記直線偏光光は、複数の光源領域方向から被転写体に入射される請求項9に記載の露光方法である。

【0024】請求項11に記載した発明は、上記複数の光源領域方向からの直線偏光光は、対向する光源領域方向からの直線偏光光の偏光方向が平行である請求項10

に記載の露光方法である。

【0025】

【作用】本発明に係る直線偏光光の斜め入射露光の原理を、輪帯照明を例にとって説明する。図1に示すように、リング状開口Oを有するアパーチャー部Aに、複数の開口部のうち対向する開口部の偏光方向が一致するように偏光子Pを配置する。偏光子Pとしては、紫外光を透過することができるポリビニルアルコール(PVA)を引き伸ばしたタイプ、いわゆるポラロイド系HN膜、KN膜を適用することができる。また、方解石、水晶、石英、または、蛍石からなる複屈折型偏光子を用いることも可能である。さらには、偏光プリズム等も適用することができる。

【0026】一般に、光強度コントラストは、有効光源と瞳関数の重なりで表す透過クロス係数：TCCの0次光成分と±1次光成分の比で決定される。また、パターンが密になるほど回折角は大きくなる。この回折角 $\theta$ は、 $\theta = \sin^{-1}(\lambda/p)$ で求められる。但し、 $\lambda$ は露光波長、 $p$ はパターンピッチを示す。回折角が大きくなると、有効光源と瞳関数との重なりが減少するため、TCCの±1次光成分は次第に減衰する。この結果、非偏光露光の場合は、パターンが密になるほど光強度コントラストが減少し、最後に、解像不能となる。

【0027】一方、偏光子Pを配置した輪帯照明では、パターンが密となり、回折角度が増大するにつれて、パターン方向に平行なTE偏光波の成分が増大する。このため、光強度コントラストは、非偏光露光に比べて、減衰が小さく、高解像性を達成することができる。さらに、TE偏光波成分により、デフォーカス時の光コントラストの減衰も小さく、焦点深度の低下も少ない。したがって、解像力、解像限界付近での焦点深度も、レジストに依存するが、非偏光露光の場合に比べて10～20%向上させることができる。

【0028】

【実施例】以下、本発明の実施例を図面を用いて詳細に説明する。図2～図5は本発明の一実施例を説明するための図である。本発明に係る露光装置は図5に示す構成のものを使用することができる。

【0029】図5を参照してこの投影露光装置を説明すると、この装置は、水銀ランプまたはレーザ等の光源1を有している。光源1から射出された光線は、ビームエクスパンダ等の光学系2を透過し、鏡3で反射される。さらに、この反射光は、フライアイレンズ4を通過することにより、均一な平行光線となる。フライアイレンズ4の直下にはアパーチャー5が配設されている。平行光線は、アパーチャー5の開口部を通過し、コンデンサレンズ6を経て、所定のパターンが形成されたレチクル7に対して斜め方向に照射される。さらに、光線は、投影レンズ8を透過してウェーハ9に照射される構成である。以上のアパーチャー5およびコンデンサレンズ6は

斜め入射部材を、レチクル7は被転写体を、ウェーハ9は転写体である基板をそれぞれ示している。

【0030】ここで、使用するアパーチャー5は、図4に(a)～(f)で示すように、種々の形状の開口部を形成したものがある。いずれも円形のアパーチャー5の面であって、その面中心を中心として環状に配設して形成してある。そして、これらの開口部のそれぞれに上述した偏光子を配設している。180度離間して対向する開口部同士に配設された偏光子は、その偏光方向が平行となるように設定されている。例えば4点照明の開口部(図4(b)参照)を有するアパーチャーにあっては、対向する開口部にてその偏光方向が平行になるように偏光子を配置している。

【0031】以下に、偏光子を含まないアパーチャーとの比較を行う。通常のアパーチャーの場合、特定寸法のX、Y方向パターンに対して(図2にa、bで示した回折角に相当するピッチ)1次回折光強度が大きく、光強度コントラストも高い。しかしながら、45°方向パターンに対しては、0次回折光に比べ、1次回折光の光強度が減少するため、光強度コントラストは劣化し、その結果、解像不能となる。一方、本発明の偏光子を配置したアパーチャーの場合には、X、Y方向に対しては、偏光子無しの場合とほぼ等しい特性が得られる。一方、45°方向パターンに対しては、1次回折光強度は、非偏光アパーチャー同様減衰するもののTE偏光光が45°方向パターンと平行に入射するため、光強度コントラストの減衰は軽微になる。その様子を図3(a)、(b)に示す。一般に、半導体デバイスのパターン方向は、X、Y方向のみであることはまれであり、45°方向のパターンが通常存在する。偏光子を付加したこの4点照明アパーチャーは、X、Y方向パターンのみでなく、45°方向パターンにも有効である。

【0032】次に、KrF、ArF等のレーザ光を光源とする場合について本発明の説明を行う。一般に、レーザ光は直線偏光した光を発振する。したがって、このレーザ光をビームスプリッタ等で分割して斜入射照明を行う際、光源形状を整形すると同時に、偏光方向を揃えることが可能である。したがって、同図の(f)に示すように、上記実施例で述べた形状(図4の(e))の場合とその偏光方向とを一致させることにより、同様の効果を得ることができる。

【0033】以上、4点照明を適用した場合に関してのみ説明したが、本発明にあっては、他の斜入射露光、すなわち、図4に示すような2点照明、8点照明、または、輪帯照明においても、同様の効果を得ることができる。

【0034】

【発明の効果】本発明によれば、斜入射照明を直線偏光光で行い、パターン面に平行な方向のTE偏光波で照明する成分を増大させているため、解像性および解像限界

付近の焦点深度が拡大するという効果を有する。また、4点照明においては45°方向パターンの解像性の劣化を抑制する効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の偏光光露光の原理を輪帯照明を例にとって説明する図である。透過クロス係数の重なりによって0次回折光成分および1次回折光成分を表している。

【図2】本発明の一実施例に係る4点照明のアパーチャーを示す図である。

【図3】図2に示す4点照明において非偏光露光と偏光露光の光強度コントラストを比較した図である。(a)はX、Y方向、(b)は45°方向を示す。

【図4】本発明の実施例に係る偏光子を設置したアパーチャーの例、および、偏光光を発振するレーザ光源の場合の光源の配置を示す図である。

【図5】本発明の実施例および従来のステッパの光学系

を示す図である。

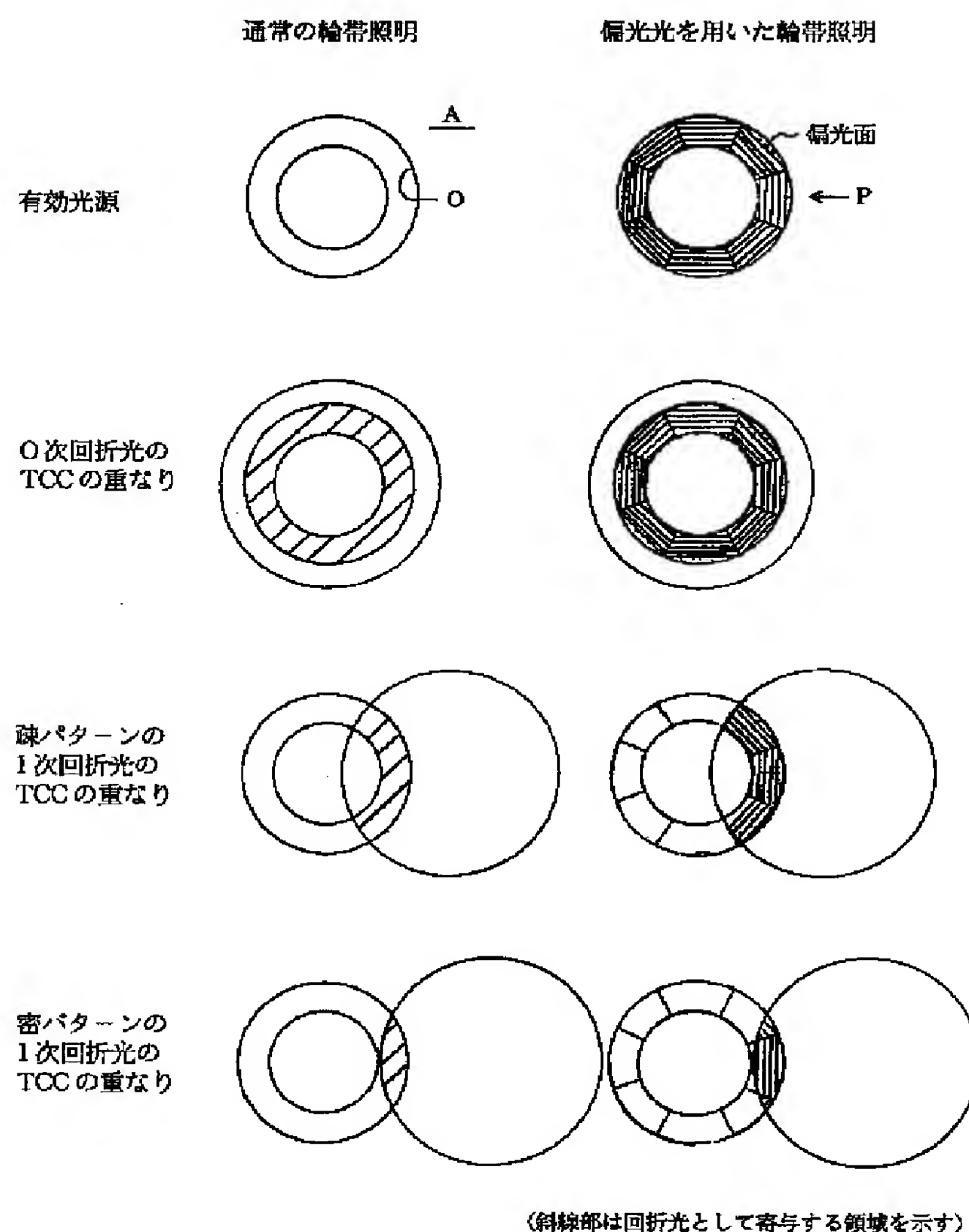
【図6】非偏光露光におけるアパーチャー形状を示す図である。

【図7】TE偏光とTM偏光の結像の相違を説明する図である。

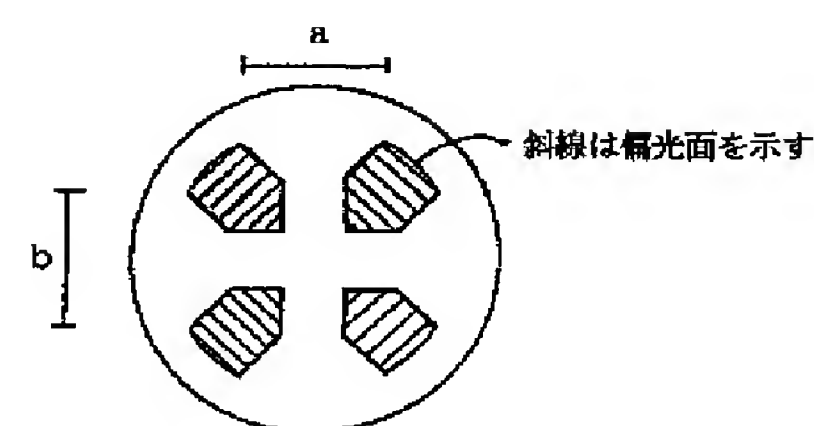
【符号の説明】

- 1：光源
- 4：フライアイレンズ
- 5：アパーチャー
- 6：斜め入射用のコンデンサレンズ
- 7：レチクル
- 8：投影レンズ
- 9：基板（ウェーハ）
- 10：ステージ
- P：偏光子

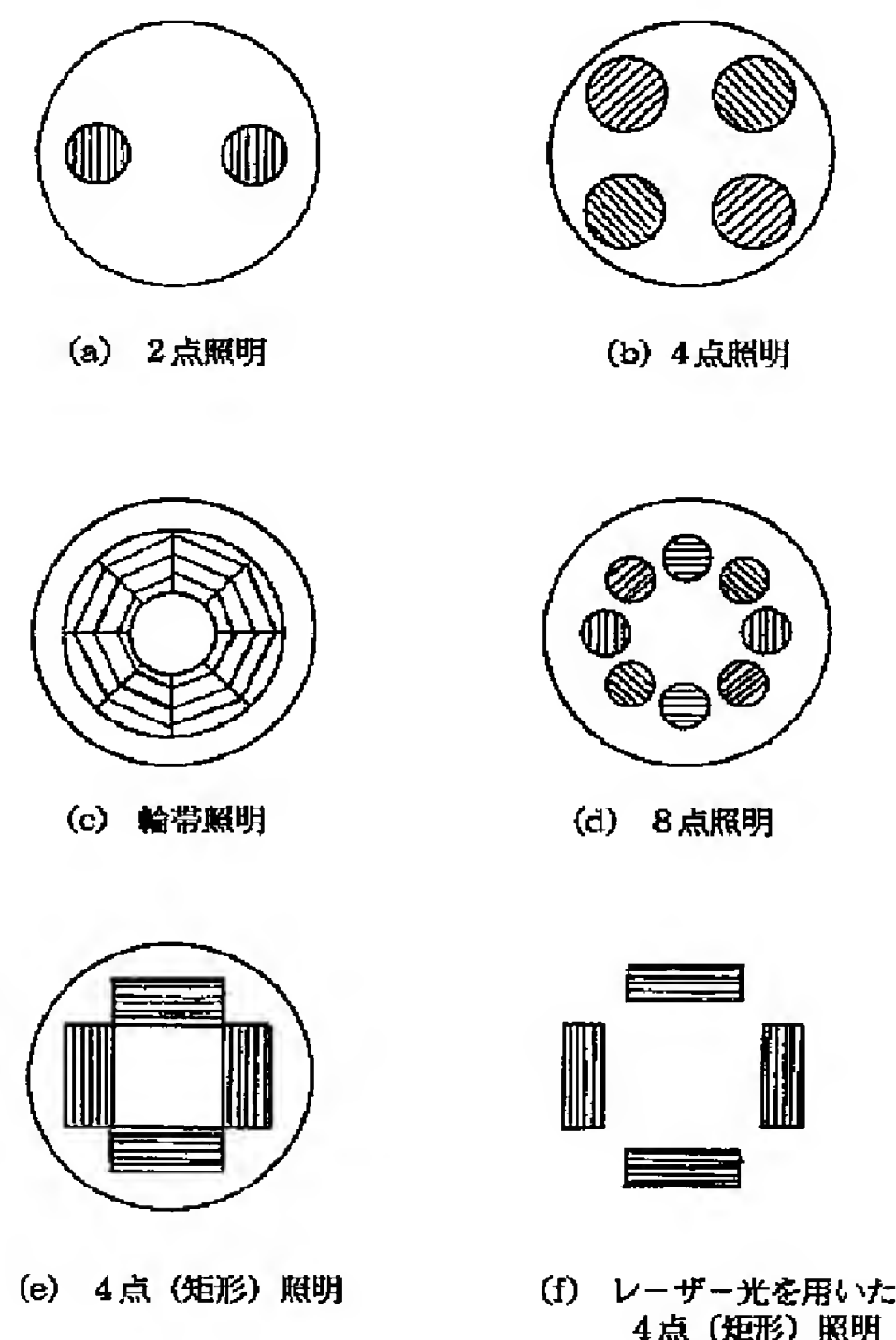
【図1】



【図2】

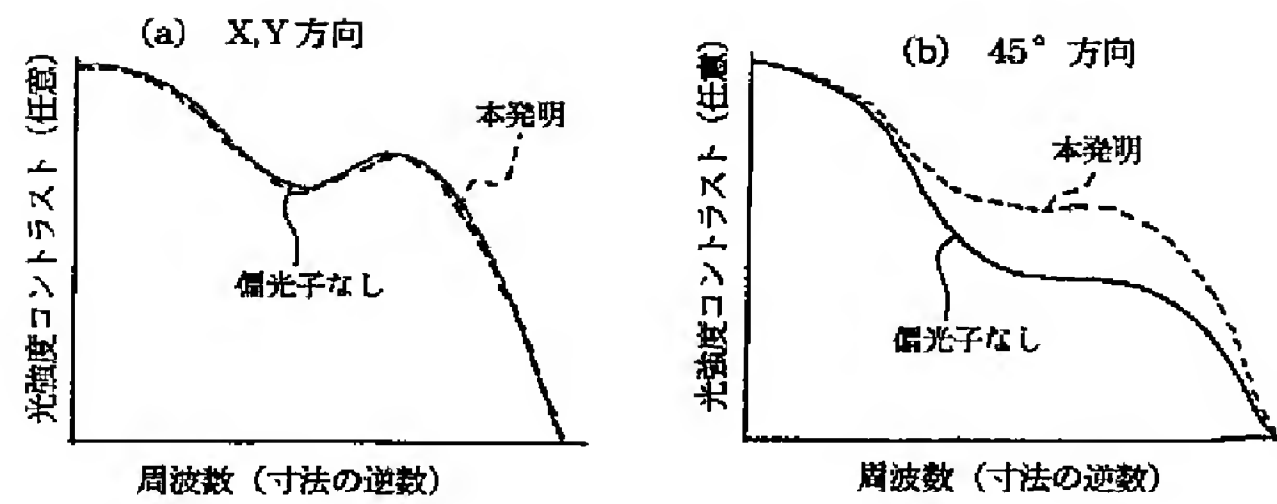


【図4】

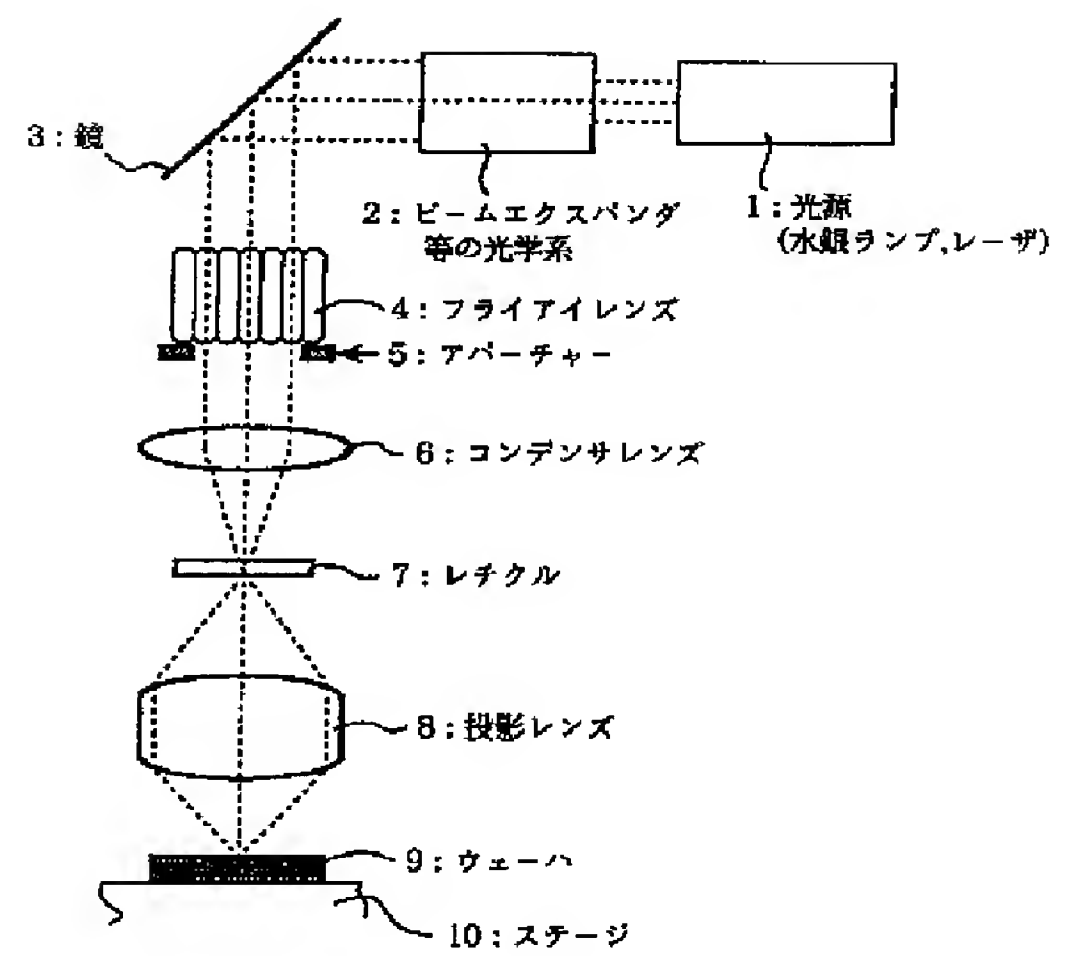


(斜線は偏光方向を示す)

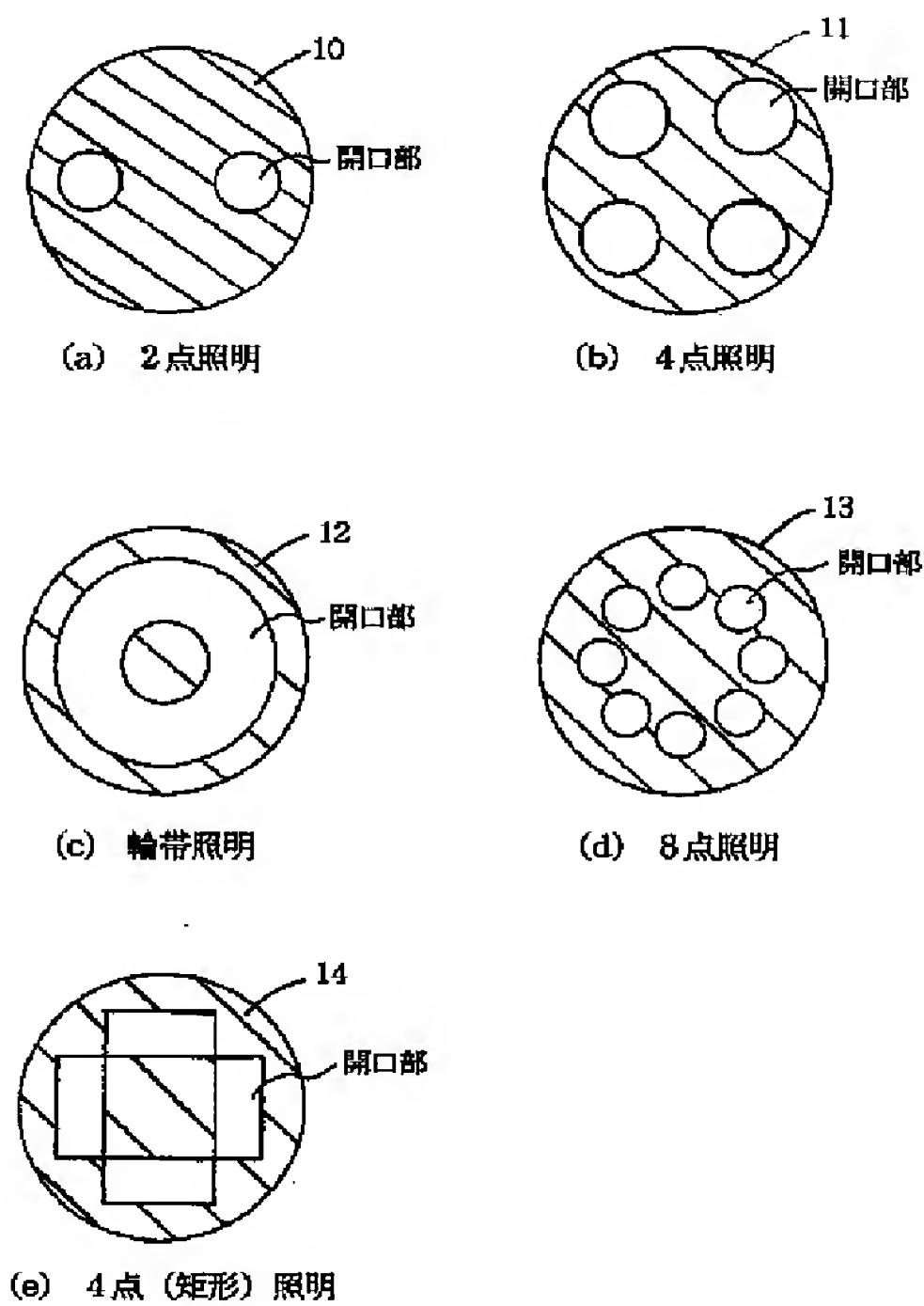
【図3】



【図5】



【図6】



【図7】

